

## Eindampfanlage

### Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Eindampfanlage mit einem durch Prozessababdampf beheizten Verdampfer und einer durch Produkt-Brüden des Verdampfers beheizten Prozessstufe, insbesondere wenigstens einem weiteren Verdampfer.

Um Eindampfanlagen möglichst wirtschaftlich zu betreiben, wird zum Beheizen des oder der Verdampfer anderweitig anfallende Prozesswärme, beispielsweise in Form von im Prozess anfallenden Abdampfs genutzt. Solche Prozess-Abdämpfe, wie sie z.B. als Abdampf von Trocknerstufen anfallen, sind jedoch nur begrenzt verwendbar, da sie mit relativ niedrigem Druck anfallen oder aber mit Luft oder Inertgasen vermischt sind. Die Kondensationsfähigkeit der mit solchen Prozess-Abdämpfen beheizten Verdampfer ist in aller Regel vermindert und die Anzahl der mit solchen Prozess-Abdämpfen beheizten Verdampferstufen und damit die Effizienz der Eindampfanlage ist stark eingeschränkt.

Bei mehrstufigen Eindampfanlagen ist es weiterhin bekannt, den Produkt-Brüden einer Verdampferstufe der Eindampfanlage durch einen Kompressor auf einen höheren Druck zu verdichten, um so mit dem verdichteten Produkt-Brüden eine weitere Verdampferstufe zu heizen. Üblicherweise werden hierzu mit Frischdampf betriebene Strahlkompressoren oder mechanische Kompressoren benutzt. Werden mechanische Kompressoren eingesetzt, so liegen die üblichen Druckerhöhungen (Verhältnis Enddruck zu Saugdruck) für in der Praxis eingesetzte einstufige Radialventilatoren bei 1,3 und für einstufige Radialkompressoren bei 2,5. Da die Brüdentemperaturerhöhungen vergleichsweise klein sind, ist bei herkömmlichen, mehrstufigen Eindampfanlagen mit Brüdenkompression die Anzahl von in Reihe geschalteten Verdampferstufen stark begrenzt. Produkte mit hoher Siedepunktverschiebung lassen sich mit diesem Verfahren nicht oder nur

unzureichend, d.h. im niedrigen Konzentrationsbereich, eindampfen.

Es ist Aufgabe der Erfindung eine Eindampfanlage zu schaffen, die mit Prozess-Abdampf betrieben werden kann und eine verbesserte Eindampfleistung hat.

Die Erfindung geht aus von einer Eindampfanlage mit einer durch Prozess-Abdampf beheizten Verdampferstufe 1 und einer durch Produkt-Brüden dieser Stufe beheizten Prozessstufe, insbesondere wenigstens einem weiteren Verdampfer und ist dadurch gekennzeichnet, dass an den Produkt-Brüden-Ausgang des Verdampfers eine Brüden-Kompressionsstufe angeschlossen ist, die den Taupunkt des Verdampfers unter den für die Beheizung der Prozessstufe erforderlichen Temperatur-Wert absenkt und durch die Kompression des Produkt-Brüdens auf den für die Beheizung der Prozessstufe erforderlichen Temperaturwert anhebt.

Während bei herkömmlichen mehrstufigen Eindampfanlagen stets versucht wird, die Verdampfer der Eindampfanlage stets so zu betreiben, dass in jedem der Verdampfer der Energieinhalt des zum Heizen benutzten Abdampfs bzw. des Brüdens in Schritten nur soweit abgebaut wird, dass der Abdampf bzw. der Brüden sich noch auf einem in nachfolgenden Verdampfern nutzbaren Temperatur- und Energieniveau befindet, wird bei der erfindungsgemäßen Eindampfanlage der Taupunkt des ersten, durch den Prozess-Abdampf beheizten Verdampfers auf einen Wert abgesenkt, der unter der Heiztemperatur in dem nachfolgenden zweiten Verdampfer liegt. Auf diese Weise kann die Kondensationsleistung des ersten Verdampfers beträchtlich erhöht werden, selbst wenn zur Heizung des ersten Verdampfers nur Prozess-Abdampf mit niedrigem Druck zur Verfügung steht. Der in dem ersten Verdampfer abgekühlte Prozess-Abdampf wird in den weiteren Verdampfern der Eindampfanlage nicht mehr genutzt. Vielmehr wird durch die Brüden-Kompressionsstufe der im ersten Verdampfer entstehende Produkt-Brüden verdichtet und auf eine höhere Temperatur gebracht, so

- 3 -

dass der Produkt-Brüden zum Heizen des zweiten Verdampfers und gegebenenfalls weiterer Verdampfer genutzt wird. Die Brüden-Kompressionsstufe ist so bemessen, dass sie zugleich für die Absenkung des Taupunkts des ersten Verdampfers sorgt.

5

Bei dem zum Erwärmen des ersten Verdampfers eingesetzten Prozess-Abdampf handelt es sich bevorzugt um gesättigten Prozessdampf bzw. Sattdampf. Vielfach steht jedoch der Prozess-Abdampf nicht in Form von Sattdampf zur Verfügung. In einer zweckmäßigen Ausgestaltung ist deshalb vorgesehen, dass der Sattdampf durch Wasserzufuhr aus überhitztem Prozess-Abdampf erzeugt wird und zwar vorzugsweise so, dass dieser Prozess kondensationsfrei abläuft. Geeignet zur kondensationsfreien Überführung des überhitzten Prozess-Abdampfs, beispielsweise eines Trockners in gesättigten Prozessdampf und zur Reinigung, ist insbesondere ein den überhitzten Prozess-Abdampf reinigender Nass-Wäscher. Für die Sättigung des überhitzten Prozess-Abdampfs kann dem Nass-Wäscher Frischwasser, aber auch in der Eindampfanlage anfallendes Kondensat zugeführt werden. Bei dem Nass-Wäscher kann es sich um einen Strahl-Nass-Wäscher handeln.

20

Wenngleich es sich bei der Kompressionsstufe auch um einen mit Frischdampf betriebenen Strahlkompressor handeln kann, so ist doch bevorzugt die Kompressionsstufe als mechanische Brüdenkompressionsstufe ausgebildet, um für die Brüdenkompression nicht zusätzlichen Frischdampf zur Verfügung stellen zu müssen. Bei der mechanischen Brüdenkompressionsstufe kann es sich um ein- oder mehrstufige Ventilatoren oder Kompressoren handeln.

Im Folgenden wird die Erfindung anhand einer Zeichnung näher erläutert.

30

Die Zeichnung zeigt ein schematisches Anlagenschema einer mehrstufigen Eindampfanlage, die mit überhitztem, mit Luft versetztem Trockner-Abdampf einer nicht näher dargestellten Trockneranlage beheizt werden kann.

- 4 -

Die Eindampfanlage umfasst drei jeweils als Fallstromverdampfer ausgebildete Verdampferstufen 1, 3, 5, von denen jede einen Produkt-Zirkulationskreis 7, 9 bzw. 11 mit einer Zirkulationspumpe 13, 15 bzw. 17 umfasst. Das einzudampfende, bei 19 über einen Pufferbehälter 21 und eine Förderpumpe 23 zugeführte, einzudampfende Produkt wird in den Zirkulationskreislauf 7 der ersten Verdampferstufe 1 eingespeist und in üblicher Weise über den Zirkulationskreislauf 7 im oberen Bereich dem Verdampferraum der Verdampferstufe 1 zugeführt. In gleicher Weise gelangt das einzudampfende Produkt über eine Leitung 25 auch zu den Zirkulationskreisläufen 9, 11 der Verdampferstufen 3, 5. Mittels einer Förderpumpe 27 wird das eingedampfte Konzentrat an einem Auslass 29 abgeführt.

Die für die Beheizung der Verdampferstufen 1, 3 und 5 benötigte Heizenergie wird aus einer nicht näher dargestellten Trocknerstufe stammendes überhitztes Dampf-Luft-Gemisch verwendet, das bei 31 einem Strahl-Nass-Wäscher 33 zugeführt wird, der es in einem Zirkulationskreislauf 35, dessen Zirkulationspumpe bei 37 zu erkennen ist, von Staub und dergleichen befreit und zugleich den lufthaltigen, überhitzten Trockner-Abdampf in gesättigten Prozessdampf überführt. Der Abschlämmausgang des Wäschers 33 ist bei 38 angedeutet. Das erforderliche Mehr an Wasser wird bei 39 dem Strahl-Nass-Wäscher 33 zugeführt, insbesondere in Form von Kondensat, wie es über einen Entspannungsbehälter 41 und Leitungen 43, 45 und 47 in den Verdampfern 1, 3, 5 anfällt. Eine Förderpumpe 49 fördert das Kondensat zu einem Auslass 51.

Der gesättigte Prozessdampf wird über einen Ventilator 53 dem Heizraum des ersten Verdampfers 1 zugeführt und gelangt nach Verlassen des Heizraums über eine Leitung 55 zu einem Schornstein 57, der den abgekühlten Abdampf in die Atmosphäre entlässt. Überschüssiger Prozessdampf kann, gesteuert über ein Ventil 59, auch direkt dem

- 5 -

Schornstein 57 zugeführt werden, um die Anlagenleistung zu regeln, beispielsweise um den Ausgangsdruck des Ventilators 53 konstant zu halten.

Jede der Verdampferstufen 1, 3 und 5 umfasst in ihrem unteren Teil einen  
5 Separator 61, 63 bzw. 65, der in dem Verdampfer frei werdenden Produkt-Brüden abtrennt. Der Produkt-Brüden der ersten Verdampferstufe 1 wird über einen mechanischen Kompressor 67 dem Heizraum der zweiten Verdampferstufe 3 zugeführt. Der Kompressor 67 ist so bemessen, dass er den Taupunkt im Verdampferraum des ersten Verdampfers 1 auf einen Temperaturwert absenkt, der unter dem für die Kondensation von Wasserdampf im  
10 zweiten Verdampfer 3 erforderlichen Wert der Taupunkttemperatur liegt. Der mechanische Kompressor 67 erhöht die Temperatur des Produkt-Brüdens auf die im zweiten Verdampfer 3 benötigte Heiztemperatur.

15 In den Verdampferstufen 3 und 5 wird der Eindampfprozess fortgesetzt, bis das Konzentrat mit der gewünschten Enddichte die Anlage über die Pumpe 27 am Auslass 29 verlässt.

Der restliche Produkt-Brüden der Verdampferstufe 5 wird in üblicher Weise  
20 einem Kondensator 69 zugeführt, dessen Kühlwasserversorgung bei 71 dargestellt ist. Im Kondensator 69 anfallendes Kondensat wird gleichfalls dem Sammelbehälter 41 zugeführt.

Bei 73 ist eine Vakuumpumpe dargestellt, die für den im Prozessbetrieb erforderlichen Unterdruck in den Verdampfern 1, 3, 5 sowie im Kondensator 69 sorgt.

Als Beispiel soll im Folgenden der Betrieb der Eindampfanlage beim Eindampfen von Na<sub>2</sub>O-Lösung erläutert werden. Dem Eingang 31 des Strahl-Nass-Wäschers 33 wird auf 150 °C überhitztes Dampf-Luft-Gemisch eines Trockners mit einer Taupunkttemperatur von 81 °C zugeführt. Das dann gesättigte Dampf-Luft-Gemisch wird in dem ersten Verdampfer 1 kondensiert,

- 6 -

wobei der Kompressor 67 die Taupunkttemperatur des ersten Verdampfers 1 auf 65°C reduziert, um eine hinreichende Menge an Wasserdampf bereits in der ersten Verdampferstufe 1 kondensieren zu können. Da 65°C für die weitere Verdampfung in den Verdampferstufen 3 und 5 zu niedrig ist, erhöht 5 der Kompressor 67 die Sattdampftemperatur für die Beheizung der Verdampferstufen 3 und 5 auf ca. 72°C. In den Verdampferstufen 3 und 5 beträgt die wirksame Temperaturdifferenz jeweils nur 2° bis 3°K, wobei der Druck im Kondensator 69 auf etwa 73 mbar eingestellt ist.

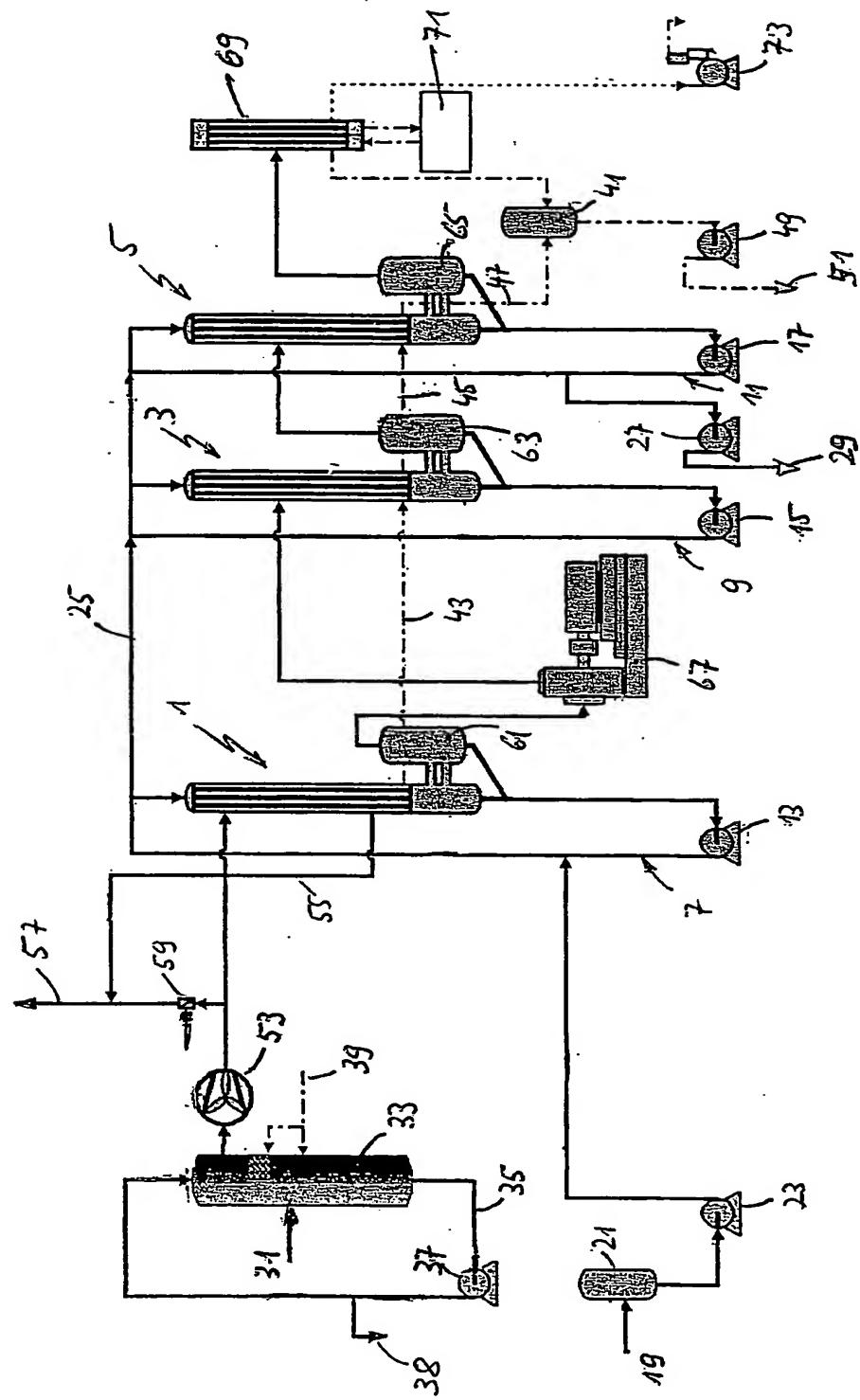
**Ansprüche**

1. Eindampfanlage mit einem durch Prozessabdampf beheizten Verdampfer (1) und einer durch Produkt-Brüden des Verdampfers beheizten Prozessstufe, insbesondere wenigstens einem weiteren Verdampfer (3, 5),  
5 dadurch gekennzeichnet, dass an den Produkt-Brüden-Ausgang des Verdampfers (1) eine Brüden-Kompressionsstufe (67) angeschlossen ist, die den Taupunkt des Verdampfers (1) unter den für die Beheizung der Prozessstufe (3, 5) erforderlichen Temperatur-Wert absenkt und  
10 durch die Kompression des Produkt-Brüdens auf den für die Beheizung der Prozessstufe (3, 5) erforderlichen Temperaturwert anhebt.
- 15 2. Eindampfanlage nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, dass der Prozessabdampf gesättigter Prozessdampf ist.
- 20 3. Eindampfanlage nach Anspruch 2,  
dadurch gekennzeichnet, dass der gesättigte Prozessdampf kondensationsfrei durch Wasser- oder Kondensatzfuhr aus überhitztem Prozess-Abdampf erzeugt ist.
- 25 4. Eindampfanlage nach Anspruch 3,  
dadurch gekennzeichnet, dass zur kondensationsfreien Überführung des überhitzten Prozess-Abdampf in gesättigten und gereinigten Prozessdampf ein dem überhitzten Prozess-Abdampf reinigender Nass-Wäscher (33) vorgesehen ist.
- 30 5. Eindampfanlage nach Anspruch 4,  
dadurch gekennzeichnet, dass an einer Stelle im Prozessdampfweg vom Trockner, über den Nass-Wäscher (33), seinem Heizraum von

- 8 -

Verdampfer (1), einer Abdampfleitung (55) und einem Abdampfschornstein (57) eine Förderpumpe (5) insbesondere in Form eines Ventilators angeordnet ist.

- 5        6. Eindampfanlage nach Anspruch 4 oder 5,  
dadurch gekennzeichnet, dass dem Nass-Wäscher (33) für die Sättigung und Reinigung des überhitzten Prozess-Abdampfs Kondensat aus wenigstens einem der Verdampfer (1, 3, 5) zuführbar ist.
  
- 10      7. Eindampfanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 6,  
dadurch gekennzeichnet, dass die Kompressionsstufe (67) als mechanische Brüdenkompressionsstufe ausgebildet ist.



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International Application No  
PCT/EP2004/014038

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7      B01D1/28      B01D1/26

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7      B01D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 26 32 910 A1 (WIEGAND KARLSRUHE GMBH; WIEGAND KARLSRUHE GMBH, 7505 ETTLINGEN, DE) 26 January 1978 (1978-01-26) abstract; figures page 13, line 3 - line 7 page 13, paragraph 3	1,7
X	US 4 437 316 A (DYER ET AL) 20 March 1984 (1984-03-20) abstract; figures column 11, line 20 - line 23 column 11, line 39 - line 42 column 12, line 38 - line 49	1,7
A	GB 127 807 A (ELIAS WIRTH-FREY) 10 April 1919 (1919-04-10) page 1, line 24 - line 37 page 1, line 57 - line 67	1,7

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

17 March 2005

Date of mailing of the International search report

29/03/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl  
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Lapeyrere, J

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2004/014038

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 098 518 A (SAKAI ET AL) 24 March 1992 (1992-03-24) abstract; figure 10 _____	1,7
A	DE 40 36 345 A1 (MAGDY EL-ALLAWY, MOHAMED, 2800 BREMEN, DE) 21 May 1992 (1992-05-21) abstract; figures 6,7 _____	1,7
A	EP 0 839 949 A (KVAERNER PULPING OY) 6 May 1998 (1998-05-06) abstract; figures 2,3 column 5, line 47 - line 54 _____	1,7

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/014038

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
DE 2632910	A1	26-01-1978	AT JP	384577 A 53014300 A		15-07-1985 08-02-1978
US 4437316	A	20-03-1984	AU CA CA CA EP SE SE SE SE WO US	8147482 A 1160853 A1 1179159 A2 1180910 A2 0070879 A1 455965 B 8205439 A 456852 B 8800298 A 8202587 A1 4522035 A		16-08-1982 24-01-1984 11-12-1984 15-01-1985 09-02-1983 22-08-1988 23-09-1982 07-11-1988 08-02-1988 05-08-1982 11-06-1985
GB 127807	A			NONE		
US 5098518	A	24-03-1992	WO BR DE DE EP	9009220 A1 8907347 A 68922308 D1 68922308 T2 0411123 A1		23-08-1990 30-04-1991 24-05-1995 09-11-1995 06-02-1991
DE 4036345	A1	21-05-1992		NONE		
EP 0839949	A	06-05-1998	FI EP US	964415 A 0839949 A1 6132555 A		02-05-1998 06-05-1998 17-10-2000